

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10284382 A

(43) Date of publication of application: 23.10.98

(51) Int. Cl.

H01L 21/027

H01L 21/68

(21) Application number: 09088236

(22) Date of filing: 07.04.97

(71) Applicant: KOMATSU LTD

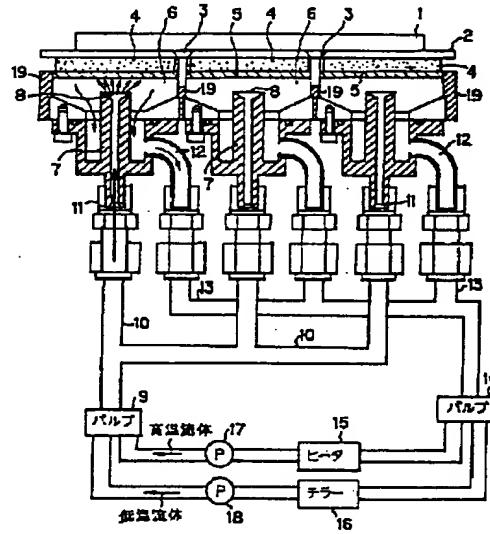
(72) Inventor: KITAHASHI MASAMITSU  
NISHIZAWA IZUMI  
OSAWA AKIHIRO  
TOKUNAGA HIROYUKI  
KADOTANI KANICHI

**(54) TEMPERATURE CONTROL EQUIPMENT**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To quickly control the temperature of an object whose temperature is to be controlled, by jetting fluid, whose temperature is adjusted to a specified value, against an upper inner wall surface of a fluid jetting chamber arranged in the lower part of a retaining plate.

**SOLUTION:** A wafer 1 is carried-in and mounted on a pin 3. At this time, high temperature fluid is adjusted at about 120°C with a heater 15, and introduced in a fluid jetting pipe 7 with a pump 17, via a valve 9, a supply path 10 and a throttling 11. The high temperature fluid in the fluid jetting pipe 7 is turned into a jet shape and jetted in a fluid jetting chamber 6 by further interposing a large number of jetting holes of a fluid jetting nozzle 8. The high temperature fluid collides against the lower surface of a pedestal 5 constituting a ceiling of the fluid jetting chamber 6, and increases the coefficient of heat transfer of the lower surface of the pedestal 5, and the temperature of the upper surface of the pedestal 5 is made to approach the temperature of the highly heated fluid. The heat transferred to the pedestal 5 is transferred to the wafer 1 via a Peltier element 4 and a plate 2. Fine temperature control is performed by driving and controlling the Peltier element 4.



(51) Int.Cl.<sup>8</sup>H 01 L 21/027  
21/68

識別記号

F I

H 01 L 21/30  
21/68  
21/30  
5 0 2 H  
N  
5 6 6  
5 7 1

(21)出願番号

特願平9-88236

(22)出願日

平成9年(1997)4月7日

審査請求 未請求 請求項の数22 O.L (全 12 頁)

(71)出願人 000001236  
株式会社小松製作所  
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 北橋 正光  
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 西澤 泉  
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 大沢 昭浩  
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(74)代理人 弁理士 木村 高久

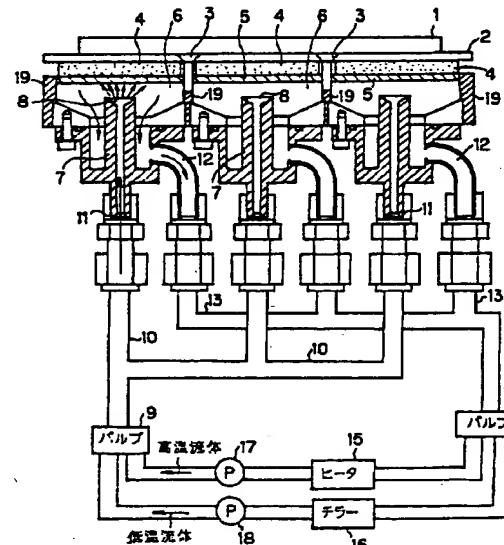
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 温度制御装置

(57)【要約】

【課題】熱交換効率のよい温度制御によってウェハなどの被温度制御対象物を速やかに所望の温度に制御する。

【解決手段】温度制御対象物を支持する支持プレートと、この支持プレートの下部にその上部壁面が当接するように設けられた流体噴出室と、この流体噴出室の上部内壁面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔を有する流体噴出ノズルと、この流体噴出ノズルに対し所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を前記流体噴出室から排出する流体排出手段とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 温度制御対象物を支持する支持プレートと、

この支持プレートの前記温度制御対象物を支持する面と反対側の面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔と、

これら複数の流体噴出孔に所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、

前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を排出する流体排出手段と、

を備えるようにしたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項 2】 温度制御対象物を支持する支持プレートと、

この支持プレートの下部にその上部壁面が当接するように設けられた流体噴出室と、

この流体噴出室の上部内壁面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔と、

この流体噴出孔に対して所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、

前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を前記流体噴出室から排出する流体

排出手段と、を備えるようにしたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項 3】 前記支持プレートは、

温度制御対象物を支持して前記温度制御対象物に対して放熱および吸熱をおこなう放吸熱プレート部材と、

この放吸熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面との間に配設されて、前記放吸熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面との間で熱の運搬を行う熱運搬手段と、

を備える請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 4】 前記熱運搬手段は熱電素子であることを特徴とする請求項 3 記載の温度制御装置。

【請求項 5】 前記放吸熱プレート部材はヒートパネルである請求項 3 記載の温度制御装置。

【請求項 6】 前記熱運搬手段はヒートパネルと熱電素子が積層されたものである請求項 3 記載の温度制御装置。

【請求項 7】 前記支持プレートはヒートパネルである請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 8】 前記熱運搬手段は複数の並設された熱電素子であり、

前記流体噴出室は、これら複数の並設された熱電素子に対応して複数の室に画成され、これら画成された複数の流体噴出室毎に、1 または複数の流体噴出孔を有する流体噴出ノズルを少なくとも 1 つ備える請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 9】 前記流体噴出孔は前記流体供給手段の流体供給路の先端部に設けられた流体噴出ノズルに形成され、この流体噴出ノズルは、旋回流を流体噴出室の上部内壁面に対して噴出する旋回流ノズルであることを特徴

とする請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 10】 前記流体噴出室は密閉室であることを特徴とする請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 11】 前記流体噴出室は開放室であることを特徴とする請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 12】 前記流体噴出孔は前記流体供給手段の流体供給路の先端部に設けられた流体噴出ノズルに形成され、この流体噴出ノズルは流体供給手段から供給された流体を一旦蓄積するたまり部を有する請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 13】 前記複数の流体噴出孔は、各噴出孔から噴出された流体が少なくとも隣接した流体噴出孔からの噴出流体と一部が重なるように、近接して配置されている請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 14】 少なくとも前記温度制御対象物および前記支持プレートを収容する温度制御室と、この温度制御室内の前記温度制御対象物の上方に設けられて、前記温度制御対象物に対してガスを噴出する複数のガス噴出孔と、

20 このガス噴出孔に対し所定の温度に調整されたガスを供給するガス供給手段と、

前記温度制御室内のガスを排出するガス排出手段と、を更に備えるようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の温度制御装置。

【請求項 15】 前記温度制御対象物は半導体ウェハであり前記流体供給手段は前記半導体ウェハのペーリング処理用の高温流体および半導体ウェハの冷却処理用の低温流体を切り換えて供給するものであり、

前記ガス供給手段は、前記半導体ウェハのペーリング処理用の高温ガスおよび前記冷却処理用の低温ガスを前記ペーリング処理および冷却処理の何れか一方または両方の処理の際に供給することを特徴とする請求項 14 記載の温度制御装置。

【請求項 16】 前記温度制御対象物は半導体ウェハであり前記流体供給手段は前記半導体ウェハのペーリング処理用の高温流体および半導体ウェハの冷却処理用の低温流体を切り換えて供給するものであり、

前記ガス供給手段は前記半導体ウェハのペーリング処理用の高温ガスおよび前記冷却処理用の低温ガスを切り換えて供給するものであって、

前記流体供給手段およびガス供給手段から高温流体及び高温ガスを夫々供給して行うペーリング処理と、前記流体供給手段およびガス供給手段から低温流体及び低温ガスを夫々供給して行う冷却処理とを交互に行わせる制御手段と、

これらペーリング処理及び冷却処理の際、前記半導体ウェハの温度がレジスト溶媒の蒸発温度に対応する所定の温度より低いときは前記ガス供給手段によるガスの供給を行い、前記半導体ウェハの温度が前記所定の温度を超えたときは前記ガス供給手段によるガスの供給を停止

するガス供給制御手段とを更に備えるようにした請求項14記載の温度制御装置。

【請求項17】前記ガス供給制御手段は、半導体ウェハの温度が前記所定の温度を超えたときに、前記温度制御室内を真空にする制御を行う請求項16記載の温度制御装置。

【請求項18】前記流体供給手段は所定の温度の液体を供給するものであり、

前記流体噴出孔は前記流体供給手段の流体供給路の先端部に設けられた流体噴出ノズルに形成され、この流体噴出ノズルは1または複数の噴出孔を有するミストノズルであり、

前記流体供給手段によって供給される液体に気体を混入する気体混入手段を更に具え、

前記ミストノズルの噴出孔からミスト状の液体を噴出するようにしたことを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項19】前記支持プレートは、温度制御対象物を支持して前記温度制御対象物に対して放熱および吸熱をおこなう放吸熱プレート部材と、

この放吸熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面の間に配設されて、前記放吸熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面との間で熱の運搬を行うとともに、前記放吸熱プレート部材を介して前記温度制御対象物を加熱するヒータ手段とを有することを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項20】前記流体供給手段は、前記流体噴出孔に対し前記温度制御対象物を冷却するための所定の温度に調整された低温流体または前記温度制御対象物を加熱するための所定の温度に調整された高温流体を供給する請求項19記載の温度制御装置。

【請求項21】前記流体供給手段は、温度の異なる複数の流体を各別に供給する複数の流体供給路と、これら複数の流体供給路の流体を切り換えて前記流体噴出孔に供給する流体切替え手段と、を有する請求項2記載の温度制御装置。

【請求項22】前記流体供給手段は温度の異なる複数の流体を各別に供給する複数の流体供給路を有し、前記流体噴出孔は、これら複数の流体供給路に対応して各別に設けられる請求項2記載の温度制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ウェハなどの温度制御対象物を温度制御する温度制御装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】半導体製造工程には、ウェハに塗布したレジスト膜に残存する溶剤を取り除くための加熱工程（プリベーキング）や、エッチング前にレジストと基板との密着を容易にするた

めの加熱工程（ポストベーキング）や、加熱したウェハを室温レベルに冷却するクーリング工程などが含まれており、これらの工程の際にウェハをより効率よくかつ高精度に温度制御することがスループットを上げる上で重要であり、従来より各種の温度制御が採用されている。

【0003】この種の従来技術として、特開昭62-45121号公報がある。この従来技術は、ウェハを所定のパターンにマスクするフォトレジストを除去するフォトレジスト除去装置に採用されるもので、ウェハを載置するサセプタの下にヒータを装着してウェハを加熱可能にすると共に、これらウェハの上方に紫外線ランプが配設する。さらに、紫外線ランプの上方に、多数の酸素ガス噴出孔が形成された回転可能なディスパージョンヘッドを設け、酸素ガスをウェハの上方からシャワー状に供給する。

【0004】すなわち、この従来技術では、シャワー状に供給した酸素ガスを紫外線ランプによって励起してオゾンを発生させ、このオゾンガスによってウェハ表面のフォトレジストをウェハの表面から離脱させ、排気ノズルを通じて外部に排気するようにしている。

【0005】しかし、この従来技術では、ウェハの温度制御はウェハ載置台（サセプタ）に設けたヒータのみによってしか行っていないために、ウェハ温度を冷却する際には、自然放熱に頼るしかなく、ウェハを所定の温度に制御するためには、精度及び速度的に問題がある。

【0006】また、他の従来技術として、特開昭62-169330号公報に示されるものがある。この従来技術は、半導体露光装置において、ウェハ上にフォトマスクパターンを転写するに当たってのウェハまたはマスクの温度制御に関するもので、ウェハ支持台（ウェハチャック）の下部に画成した室にヒータおよび温度検出のための白金温度抵抗体を設けるとともに、上記ウェハ支持台の下部に画成した室に冷却用エアを循環させるようにしている。この従来構成によれば、加熱はヒータによって行い、冷却は冷却エアを流す事によって行うようにしており、余熱をもつヒータ及びウェハ支持台の両方を冷却エアによって冷却する事ができる。

【0007】しかし、この従来技術では、冷却処理をウェハ支持台の下部に画成した室に冷却用エアを循環させることによって行い、加熱処理はヒータによって行うようしているので、加熱冷却共に熱交換効率が悪く、ウェハを所定の温度に達するまでに時間がかかるという問題がある。

【0008】また、他の従来技術として、特開平5-21308号公報に示されたものがある。この従来技術はX線露光装置におけるウェハ温度制御装置に関するもので、ウェハ支持台（吸着ブロック）の下に複数のペルチエ素子、ヒートパイプ、冷却ブロックを順次積層し、ヒートパイプによって熱の拡散を速やかに行いつつペルチエ素子によって温度制御を行うようにしている。

【0009】しかしこの従来技術では、基本的にはペルチエ素子による温度制御であるため、制御可能な温度範囲に限りがあり、また熱交換効率も悪いため、制御する温度範囲が広い場合に、ウェハを所望の温度に達するまでに時間がかかるという問題がある。

【0010】この発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、熱交換効率のよい温度制御によってウェハなどの被温度制御対象物を速やかに所望の温度に制御する温度制御装置を提供することを目的とする。

【0011】また、この発明は、広い温度範囲の中で複数の異なる温度制御の目標値があってこれら複数の異なる目標値間を周期的に移動させるような温度制御において、被温度制御対象物を速やかに前記複数の目標値に制御することができる温度制御装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段及び作用効果】この発明では、温度制御対象物を支持する支持プレートと、この支持プレートの下部にその上部壁面が当接するように設けられた流体噴出室と、この流体噴出室の上部内壁面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔と、この流体噴出孔に対し所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を前記流体噴出室から排出する流体排出手段とを備えるようにしたことを特徴とする。

【0013】係る発明によれば、温度制御対象物を支持する支持プレートの下部に配した流体噴出室の上部内壁面に対して所定の温度に調整された流体を噴出するようにして、温度制御対象物を温度制御するようにしている。すなわち、前記支持プレートを介して温度制御対象物と前記流体噴出室の上部壁面との間で熱交換を行うことで、温度制御対象物を温度制御するようになっている。

【0014】したがってこの発明によれば、従来に比べ熱交換効率を上げる事ができ、温度制御対象物を速やかに所望の温度に制御することができるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施例を添付図面に従って詳細に説明する。

【0016】半導体製造工程において、レジスト膜は、通常次のようなプロセスを経て成膜される。

【0017】(1)ウェハ洗浄

(2)レジストコーティング

(3)プリベーク+クーリング

(4)露光

(5)現像

(6)リンス

(7)ポストベーク+クーリング

(8)エッチング

ここで、上記プリベーク工程では、ベーキング温度は110°C~130°Cに設定され(プロセスによって異

10

20

30

40

50

なる)、またこのプリベーク工程の次に行われるクーリング工程ではその目標温度は例えば20°C程度の室温温度に設定される。

【0018】また、上記ポストベーク工程では、ベーキング温度は120°C~150°Cに設定され(プロセスによって異なる)、またこのポストベーク工程の次に行われるクーリング工程ではその目標温度は例えば20°C程度の室温温度に設定される。

【0019】上記プリベーク工程の次工程は露光であり、また上記ポストベーク工程の次工程はエッチングであるので、これらの工程にすぐに移行できるようにするためには、ウェハの温度分布にかなり厳しい条件が要求される。

【0020】以下に示す実施例の温度制御装置は、上記プリベーク+クーリング工程またはポストベーク+クーリング工程に用いられるもので、最初にウェハを高温に加熱し(ベーキング工程)、その後このウェハを室温程度まで冷却する(クーリング工程)というサイクルをウェハ単位に数10秒間隔で繰り返す。すなわち、この場合は、加熱の際の目標温度と冷却の際の目標温度という2つの目標温度をもっており、加熱冷却が交互に繰り返されることになる。

【0021】【第1実施例】図1~図3にこの発明の第1実施例を示す。

【0022】図1において、ウェハ1は、放吸熱プレート2を挿通した複数のピン3(この場合4本、図2参照)によって支持されている。各ピン3は、プレート2の上面から例えば0.1mm程度突出しており、ウェハ1とプレート2との間には極く僅かの隙間が形成されている。なお、図2は、図1のウェハ1を省略してプレート2を上方から見た平面図である。

【0023】放吸熱プレート2は熱伝導率の高い材質(アルミニウムや銅)で構成されており、ウェハ1との熱交換がウェハ1の全面に亘って均一に行われるためには設けられている。放吸熱プレート2としてヒートパネルを用いるようにしてもよい。

【0024】プレート2と基台5との間には、複数の(この場合図2に示すように9個)ペルチエ素子(熱電素子)4が接合されている。ペルチエ素子4は、周知のように、多数のP型半導体ピースとN型半導体ピースとを2次元平面上に交互に配列するとともに、これらP型半導体ピースとN型半導体ピースとを多数の平面電極を用いて電気的に接続したもので、このペルチエ素子4に直流電流を供給すると、ペルチエ効果が生じて一方の面で吸熱を行い他方の面で放熱を行うように動作する。

【0025】すなわち、これらのペルチエ素子4は、基台5と放吸熱プレート2との間で熱の運搬を行うと共に、微妙な温度制御を行うために設けられている。

【0026】基台5もプレート2と同様、熱伝導率の高い材質(アルミニウムや銅)で構成されている。この基

台1のペルチェ素子4が接合されていない部位にウェハ1を支持する複数のピン3が螺着されている。

【0027】基台5の下は、複数の(9個)ペルチェ素子に対応して複数(9個)の流体噴出室6に画成されており、各流体噴出室6の中央には、流体噴出7に接続された流体噴出ノズル8が配置されている。すなわち、ペルチェ素子4が配置されていない基台5の領域E(図2参照)は、直接熱交換には寄与しないので、この場合には、複数のペルチェ素子に対応して流体噴出室を仕切り、基台5のこれらの領域には流体を接触させないようにしている。

【0028】流体噴出管7には、切替えバルブ9、供給路10、絞り11を介して高温流体と低温流体とが供給されるようになっており、絞り11によって流体噴出管7での流速が速くなるようになっている。

【0029】流体噴出ノズル8には、図3に示すように、多数の小さな噴出孔が形成されており、シャワー状の高速流体を流体噴出室6の天井を構成する基台5の下面に対し放射状に噴出する。

【0030】流体噴出室6は、じょうごのよう、その断面は上から下に向かって徐々に断面積が小さくなるように形成されており、その最下部には流体戻り管12が接続されている。流体戻り管12は、排出路13を介して切替えバルブ14に接続されており、切替えバルブ14の切替えによって高温流体はヒータ15に供給され再加熱されるとともに、低温流体はチラー16に供給されて再冷却が行われるようになっている。ヒータ15およびチラー16とバルブ9の間には、ポンプ17および18がそれぞれ接続されており、再加熱/再冷却した流体が再度バルブ9に循環されるようになっている。

【0031】ここで、この第1の実施例では各流体噴出室6は密閉されている。したがって、この場合には流体が充満された流体噴出室6に対して噴出ノズル8からジェット流が噴出することによって流体噴出室6に図1の矢印で示すような強制対流を発生させ、該強制対流によって基台5の下面を加熱または冷却するようにしている。

【0032】なお、上記構成において、各流体噴出室6を画成するための側壁部は19は、熱伝導率の悪い材質で構成し、噴出流体の熱が基台5を介してペルチェ素子4に効率よく伝達されるようにしている。

【0033】高温流体としては、その目標温度に応じて、フロリナート(登録商標)、エチレングリコール、オイル、水などの液体、さらには窒素、空気、ヘリウム等の気体が適宜選択して使用される。

【0034】低温流体としては、フロリナート、エチレングリコール、水、オイルなどの液体、空気、窒素、ヘリウム等の気体が使用される。

【0035】かかる構成において、ウェハの温度を120°Cと20°Cに数10秒間隔で交互に温度制御する

場合の動作について説明する。すなわち、ウェハの温度を120°Cにして行うベーキング工程と、ウェハの温度を20°Cに冷却するクーリング工程とを交互に実行する。

【0036】まず、レジストが塗布されたウェハ1が搬入されてピン3上に載置される。この段階で、ヒータ15によって高温流体が120°C近傍の温度に調整されており、該高温流体をポンプ17によってバルブ9、供給路10、絞り11を介して流体噴出管7に導入する、10流体噴出管7内の高温流体は、絞り11を通過することによりその流速が速められ、さらに流体噴出ノズル8の多数の噴出孔を介することによりジェット状になって流体が充満された流体噴出室6に噴出される。該噴出された高温流体は、流体噴出室6の天井を構成する基台5の下面に衝突される。この流体の衝突によって基台5の下面の熱伝達係数が上がることになり、基台5のペルチェ素子4に接する上面を高速に高温流体の温度に近づけることができる。そして、基台5に伝達された熱は、ペルチェ素子4およびプレート2を介してウェハ1に伝達される。

【0037】この場合、微妙な温度制御はペルチェ素子を駆動制御して実行する。すなわち、基台5またはプレート2の温度を図示しないセンサによって検出し、該検出温度に基づいてペルチェ素子を駆動制御することにより、ウェハ1の温度を目標温度120°Cに制御する。

【0038】なお、流体噴出室6においては、高温流体が満たされているために、流体噴出ノズル8を介して噴出された高温流体の量分の流体が流体戻り管12を介して排出路に13に排出される。

【0039】このようにして、ウェハ温度を120°Cまで加熱して行われるベーキング工程が終了すると、今度はウェハ温度を20°Cまで冷却するクーリング工程を実行する。

【0040】まず、バルブ9を低温流体側に切替え、チラー16から20°C近傍の温度の低温流体を前記同様にして、流体噴出管7に供給する。流体噴出管7に供給された低温流体は、流体噴出ノズル8を介してジェット状になって噴出され、前記同様の作用によって基台5の下面を速やかに20°C近くに冷却する。すなわち、この場合は、ウェハ1の熱がプレート2、ペルチェ素子4、基台5を介して放熱されることにより、ウェハ1が冷却される。この冷却の際にも、微妙な温度制御はペルチェ素子を駆動制御して実行する。すなわち、基台5またはプレート2の温度を前記同様図示しないセンサによって検出し、該検出温度に基づいてペルチェ素子を駆動制御することにより、ウェハ1の温度を目標温度20°Cに制御する。

【0041】以上のようにして、ウェハ1のクーリング工程が終了すると、ウェハは装置の外に搬出され、代わりにレジストが塗布された新たなウェハが搬入され、前

記同様に加熱、冷却される。

【0042】かかる構成によれば、流体噴出ノズル8から噴出された流体は、基台5の下面に接触して熱を吸収或いは放熱して即座に新しい流体と入れ替わるようにして熱交換が行われるので、基台5の下面には常に所望の温度に近い温度の流体が供給されることになり、この結果ウェハ1を高速に所望の温度に温度制御することができるようになる。

【0043】また、上記実施例によれば、噴出流体によって基台5の温度を目標温度近くまで加熱又は冷却した状態で該基台5に当接するペルチェ素子4によって温度調整を行うようにしたので、ペルチェ素子の機能を有效地に使用することができ、その熱応答性は極めて高いものとなる。すなわち、ペルチェ素子には、高温側と低温側の接合部の温度差が小さいほど吸熱量が大きいという性質があるので、上記噴出流体によって基台5の温度を目標温度近くまで加熱又は冷却することで、ペルチェ素子の接合部の温度差を小さくし、これにより熱応答性よくペルチェ素子による温度制御を行うようにしているのである。

【0044】なお、図1の切替えバルブ9によって流体を切替える際、流体が供給路10を通過する時間による遅れ分を考慮して、図4に示すように、工程開始の時点より早めに切替えバルブ9を切り換えるようにすれば、ウェハ1をより高速に所望の温度に加熱冷却することができる。

【0045】すなわち、ベーキング工程開始の所定時間t1前にバルブ9を切り換えて供給流体を高温流体から低温流体に切り換えるとともに、クーリング工程開始の所定時間t2前にバルブ9を切り換えて供給流体を低温流体から高温流体に切り換えるようにする。

【0046】なお、この第1の実施例において、流体噴出室6の仕切りを無くして1つの流体噴出室とし、流体戻り管12および排出路13を1つにしてもよい。さらに、流体噴出管7も1つにして、噴出ノズル8を基台5の下面全体をカバーできる大面積として、ジェット流を噴出させるようにしてもよい。

【0047】また、噴出ノズル8として、図5(a)に示すような巻き型の旋回流を発生させる旋回流ノズル20を用いるようにしてもよい。

【0048】この旋回流ノズル20は、ノズル先端に円錐状のくぼみ21を有し、その斜面に4つの孔22が形成されており、これらの孔はノズルの円錐部の壁面の厚みを利用して、図5(b)(c)に示すように、流体が円錐部の周面に沿って噴出されるように空けられている。これらの孔22から噴出された流体は、円錐部の周面に沿う方向の速度成分と上方への速度成分を有しているために、巻き状の旋回流となって噴出されることになる。

【0049】かかる旋回流ノズル20によれば、上方方向への速度成分の他に旋回方向の速度成分を持っている

ために、殆ど上方への速度成分しか持たない図1の実施例のノズルに比べ、流体噴出室6の側面および天井部に長時間接することになり、熱交換効率を上昇させることができる。

【0050】なお、この旋回流ノズルは、図1に示す実施例のように、各流体噴出室別に設けるようにしてもよいが、流体噴出室の仕切りを無くして1つの流体噴出管で流体を供給するようにした場合にも採用することができる。この場合は、旋回流ノズルを基台5の下面全体をカバーできる大面積として、円錐部21の周面に沿って旋回流が発生するように多数の孔を形成するようすればよい。この場合は、基台5の下側で1つの大きな旋回流が形成されることになる。

【0051】また、上記実施例では、基台5からプレート2への熱エネルギーの運搬を行う熱エネルギー運搬手段として、ペルチェ素子を用いるようにしたが、このペルチェ素子の代わりに多数のヒートパイプが併設されたヒートパネルを用いるようにしてもよい。さらに、上記熱エネルギー運搬手段としてヒートパネルおよびペルチエ素子の両方を用いるようにしてもよい。この際、ヒートパネルとペルチエ素子の上下関係は任意である。

【0052】また、ウェハ支持プレート2およびペルチエ素子4の代わりにヒートパネルを用いるようにすれば、コンパクトな構成で均一に熱を伝えることができる。

【0053】【第2実施例】図6にこの発明の第2の実施例を示す。

【0054】この第2の実施例では、流体噴出室30を密閉するのではなく、流体噴出室30を開口部31によって開放するとともに、流体噴出室30の上方に多孔板32を配設して噴出された流体の乱流効果を向上させるようにしている。

【0055】また、この第2実施例では、流体噴出室30は各ペルチエ素子毎に画成するのではなく、仕切りを無くして1つの流体噴出室とし、流体戻り管12を1つにするようにしている。

【0056】また、この場合、流体供給路10を介して供給された流体は、たまり部34で一旦貯められた後、流体噴出室30の天井部の全面をカバーするように配置された複数の噴出ノズル35を介して噴出される。各噴出ノズル35は、図7に示すように、多数の孔36が形成されており、これらの孔36を介して流体をシャワー状に噴出する。なお、噴出ノズル35の径を小さくし、これら多数の噴出ノズルにそれぞれ1つの噴出孔を形成するようにしてもよい。

【0057】かかる第2の実施例によれば、流体噴出室30が開口部31によって開放されているために、複数のノズル35から噴出された流体は、先の第1の実施例とか異なり、空間を通って流体噴出室30の天井を構成する上部内壁面5に衝突されることになるので、先の第

1の実施例に比べ噴出流の流速が増すと共に、流体噴出室の天井には常に新しい流体のみが衝突することになり、熱交換が速やかに行われる。したがって、この実施例は流体の温度を頻繁に切り換えてウェハの温度を制御する際に、特に有効である。

【0058】また、第2の実施例のように流体噴出室30を解放した場合、高温流体を噴出した場合の噴出室30の内壁面の熱膨張を吸収することができるので、放熱プレート2の平坦度が保たれ、ウェハ1を均一に加熱することができる。

【0059】また、この実施例の場合、流体の供給を止めると、直ちに流体と上部内壁面5との熱的コンタクトが切れるので、その熱応答性は極めて高い。

【0060】流体噴出室30の天井に衝突された流体は、流体噴出室30の室下部に流下して流体戻り管12を介して室外に排出される。流体噴出室30の底面は傾斜が付けられ、自然に流体戻り管12に流体が流れ落ちるようになっている。

【0061】この場合、流体は、たまり部34で一旦貯められた後複数のノズル35を介して噴出されるようになっているので、流体噴出室30の天井全面に亘ってより均一な流速で衝突されることになり、流体噴出室30の天井部の温度均一性の面でも有利である。

【0062】なお、たまり部34の厚さは、できるだけ薄くしてその熱容量を小さくするようにしたほうが望ましい。すなわち、たまり部34を薄くすれば、当然その容積も小さくなり、流体を高温流体と低温流体に切り換える際に先に貯められていた流体の温度の悪影響が少なくて済むからである。なお、この場合、薄くしたたまり部を支えるために、柱などの補強部材を設けるようにしてもよい。

【0063】また、複数のノズル35の間隔を近接させるようにすれば、1つのノズルから噴出される末広がりのジェット流とこれに隣接したノズルから噴出されるジェット流が重なるようになり、流体噴出室30の天井部の温度均一性の面で更に有利である。すなわち、ノズル35から噴出された流体は、山型の流速空間分布をもつために、山のすそ部を重複させることで、その流速分布を流体噴出室30の天井全面に亘って均一にするのである。

【0064】なお、この第2の実施例のように、流体噴出室30を開放する技術を先の第1の実施例に適用するようにしてもよい。この場合、ペルチェ素子単位に画成された各流体噴出室6毎に開口部を設けるようにすればよい。

【0065】また、この第2の実施例において、熱殿素子の代わりにヒータを設けるようにしてもよい。

【0066】〔第3実施例〕図8にこの発明の第3実施例を示す。図8(b)は図8(a)のA-A断面を示すものである。

【0067】上記第1及び第2の実施例では、流体噴出ノズル8、35は高温流体用及び低温流体用に共用するようにしたが、この第3の実施例では、高温流体用の噴出ノズルと低温流体用の噴出ノズルを各別に設けるようする。すなわち、流体供給路と排出路を高温用と低温用とに別個に設けている。

【0068】すなわちこの第3実施例では、多数の高温流体用の噴出ノズル40が形成された高温流体供給管41と、多数の低温流体用の噴出ノズル42が形成された低温流体供給管43とを樹形に形成し、これらを噛み合うように配置するようしている。

【0069】高温流体は、バルブ44を介して高温流体供給管41に供給されて噴出ノズル40から噴出される。この際、バルブ100は開かれ、バルブ101は閉じられている。噴出された高温流体は、流体噴出室46の上部内壁面に衝突した後、バルブ100、排出管47を介して排出される。

【0070】低温流体は、バルブ45を介して低温流体供給管43に供給されて噴出ノズル42から噴出される。この際、バルブ100は閉じられ、バルブ101は開かれている。噴出された低温流体は、流体噴出室46の上部内壁面に衝突した後、バルブ101、排出管48を介して排出される。

【0071】この場合、流体噴出室は第1の実施例のように密閉するようにしてもよく、あるいは第2の実施例のように開放するようにしてもよい。

【0072】このように、この第3実施例では、流体噴出室46に対する高温流体用の噴出経路と低温流体用の噴出経路を別置し、一方の流体の供給を行っている際には他方の流体の供給を停止させるようにしたので、高温流体供給経路と低温流体供給経路間で余計な熱の授受がなくなり、より高速且つ効率のよいウェハの温度制御をなし得る。また、流体排出経路も高温用と低温用とを別個に設けるようにしたので、さらに高速且つ効率のよいウェハの温度制御をなし得る。

【0073】〔第4実施例〕図9にこの発明の第4実施例を示す。

【0074】この第4実施例では、加熱は流体を用いることなくヒータ50のみによって行い、冷却のみを低温流体を用いて行うようにしている。

【0075】すなわち、図9に示すように、ウェハ1の下のプレート2の下にヒータ50を配設し、ヒータ50の下の流体噴出室51の天井部を構成する上部内壁面52には、低温流体のみを噴出するようにする。流体噴出室51の構造は、先の第1実施例のように密閉するようにしてもよく、また第2の実施例のように開放するようにしてもよい。また、流体噴出室51を仕切る／仕切らない構成も任意である。

【0076】すなわち、図9の実施例によれば、ウェハ1を加熱する際には、ヒータ50のみを用いてプレート

2の表面温度を目標温度に制御する。

【0077】また、ウェハ1を冷却する際には、供給する低温流体の温度を目標温度より少し低い温度に調整し（例えば目標温度が20°Cのときにはこれより若干低い温度例えば15°Cに調整する）、この低温流体を流体噴出室51の上部内壁面52に向かって噴出させる。すなわち、目標温度より少し低めの低温流体を流体噴出室51の上部内壁面52に噴出するようすれば、流体噴出室51の上部内壁面52は過冷却ぎみになるので、この過冷却分をヒータ50の発熱によって相殺して、目標温度になるように制御するのである。

【0078】上記ヒータ50としては、ペルチェ素子を用いるようにしてよいが、電気ヒータを用いてもよい。また、放吸熱プレート2としては、熱伝達率良いアルミニウム等で構成してもいいし、ヒートパイプのような熱拡散性を高いものを用いるようにしてもよい。

【0079】なお、ウェハの加熱の際に流体噴出室51に高温流体を供給して、高温流体とヒータ50によって加熱制御を行うようにしてもよい。

【0080】【第5実施例】図10にこの発明の第5実施例を示す。

【0081】この第5実施例では、先の各実施例のように、流体噴出室の上部内壁面に高温流体及び低温流体を噴射してウェハの加熱冷却処理を行う第1の構成に対し、高温ガスおよび低温ガスを上部からウェハに吹き付ける第2の構成を附加するようにして、ウェハの加熱冷却処理を補助加速するようにしている。

【0082】図10においては、上記第1の構成として第1の実施例の構成を採用しており、重複する説明は省略する。

【0083】図10において、第1の実施例の温度制御装置はウェハ1とともに温度制御室60内に収容されている。ウェハ1の上方にはガス供給ノズル61が設けられ、このガス供給ノズル61から切替えバルブ62を介して供給された高温ガスまたは低温ガスを噴出する。また、温度制御室60内のガスは排気孔63を介して排気される。排気管路にはバルブ64が設けられ、該バルブ64の切替えによって通常の排気通路65と真空ポンプ66側の排気通路とを切り換える。

【0084】かかる図10の実施例を用いてベーキング工程及びクーリング工程を実行する際には、図11に示すような温度制御を実行する。

【0085】すなわち、ベーキング工程の際には、ヒータ15から高温流体を流体噴出管7に導入してこの高温流体を噴出ノズル8を介して基台5の下面に噴出するとともに、高温ガスをバルブ62を介してガス供給ノズル61から噴出する。

【0086】また、クーリング工程の際には、バルブ9を低温流体側に切替えてチラー16からの低温流体を流体噴出管7に導入して低温流体を噴出ノズル8を介して

基台5の下面に噴出するとともに、低温ガスをバルブ62を介してガス供給ノズル61から噴出する。

【0087】このようにウェハ1の下面および上方からの温度伝達によってウェハ1の温度は上昇、下降するが、ウェハ1の温度が所定の温度以上になるとレジスト溶媒の蒸発温度域に入るために、この温度域ではウェハ表面の温度ばらつきをできるだけ小さくする必要がある。

【0088】そこで、この実施例では、加熱および冷却工程において、ウェハ温度がレジスト溶媒の蒸発温度以上になっている領域では、ガス供給ノズル61からの高温ガスおよび低温ガスの噴出を停止させるようにしている。

【0089】さらに、より厳しい条件が要求される場合には、前記ガス停止の際に、真空ポンプ66を用いて温度制御室60内を真空にするようにして、温度分布制御の外乱を無くするようにしてよい。

【0090】なお、この実施例において、ガス供給ノズル61からの噴出ガスは、加熱の際のみまたは冷却の際のみに用いるようにしてよい。

【0091】【第6実施例】図12にこの発明の第6実施例を示す。

【0092】この第6実施例では、気体が混合された液体をミスト状にして流体噴出室の上部内壁面に噴出するようにしている。

【0093】図12において、高温液体は高温液体供給路70を介して複数の高温用ミストノズル71に供給されている。また、N2あるいはHeなどの高温ガスが高温気体供給源72から供給され、ポンプ73によって高温液体供給路70の途中で高温液体に混合されるようになっている。

【0094】また、低温液体は低温液体供給路74を介して複数の低温用ミストノズル75に供給されている。一方、空気あるいはN2などの低温ガスが低温気体供給源76から供給され、ポンプ77によって低温液体供給路74の途中で低温液体に混合されるようになっている。

【0095】流体噴出室78の上には、ペルチェ素子、電気ヒータなどのヒータ50、放吸熱プレート2、ウェハ1が積層されている。

【0096】流体噴出室78の天井面のヒータ50が置かれている領域79は熱伝達率のよいアルミニウム等の材料で構成されているが、それ以外の領域80は熱伝達率の悪い材料で構成するようにしている。

【0097】流体噴出室78のミストノズル71、75の上方には、多孔板33が設けられ、乱流効果をさらに向上させるようにしている。

【0098】すなわち、この実施例では、ミスト状流体を流体噴出室78の上部内壁面79に噴出することで、乱流効果を得て伝熱能力を向上させるとともに、たまり

部が無くても流体を流体噴出室78の上部内壁面79に均一に当てることができるよう正在する。

【0099】なお、この実施例において、上部内壁面79に凹凸等を設ける、突起設ける、削るなどして内壁面79の表面を荒らすことによって乱流効果をさらに高めるようにしてもよい。

【0100】また、噴出したミスト状流体が上部内壁面79と熱の授受を行つ後流下してノズル71、75の熱を奪わないように、ノズル71、79の噴出孔除いた領域にプロテクタをかぶせるようにしてもよい。

【0101】【変形例】なお、上記各実施例で用いた各種の制御構成はその実施例以外の他の実施例に適用するようにしてもよい。

【0102】また、温度制御において、目標温度が3つ以上複数ある場合は、目標温度に対応する数の異なる温度を有する流体を供給するようにすればよい。

【0103】さらに、この発明は、半導体ウェハ以外の温度制御対象物に対しても適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例を示す図。

【図2】第1実施例の熱電素子などの配置例を示す平面図。

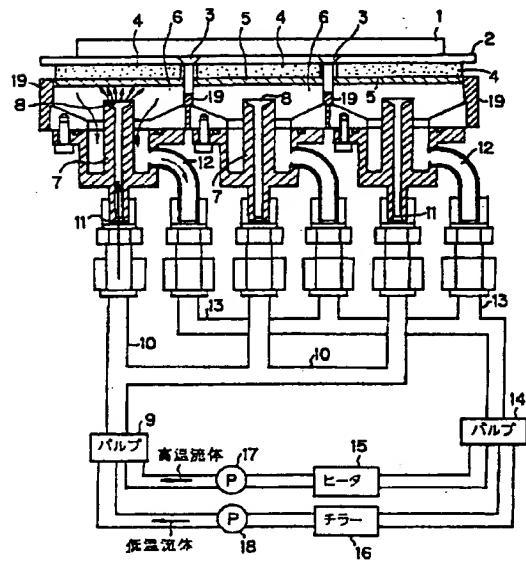
【図3】第1実施例における流体噴出ノズルの平面図。

【図4】第1実施例におけるバルブ切替えタイミングを示す図。

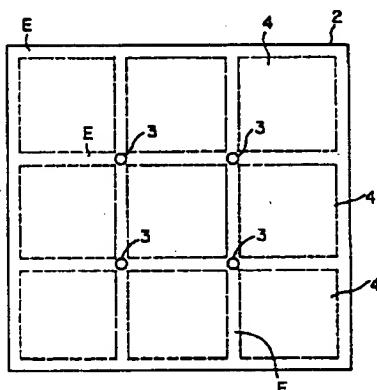
【図5】旋回流ノズルを示す図。

【図6】この発明の第2実施例を示す図。

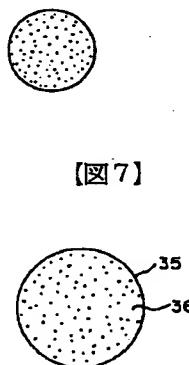
【図1】



【図2】



【図3】



【図7】第2実施例における流体噴出ノズルの平面図。

【図8】この発明の第3実施例を示す図。

【図9】この発明の第4実施例を示す図。

【図10】この発明の第5実施例を示す図。

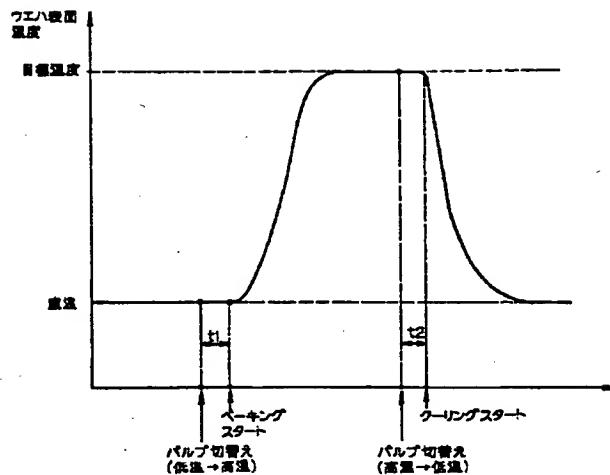
【図11】第5実施例における液体およびガスの供給タイミングを示す図。

【図12】この発明の第6実施例を示す図。

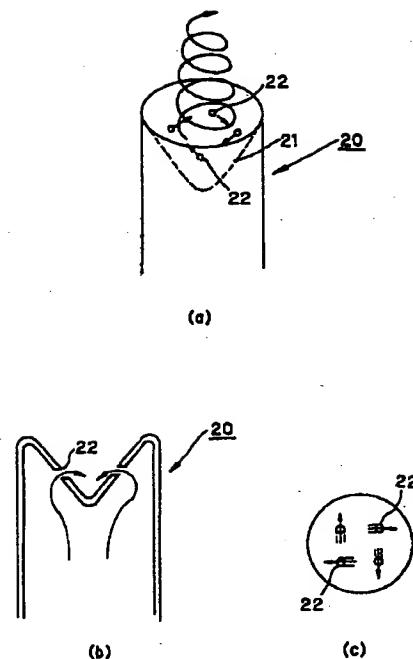
【符号の説明】

|                       |          |                       |          |             |      |   |  |
|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-------------|------|---|--|
| 1                     | …ウェハ     | 2                     | …放吸熱プレート | 3           | …ピン  | 4 |  |
| …熱電素子                 |          |                       |          |             |      |   |  |
| 5                     | …基台      | 6, 30, 46, 51, 78     | …流体噴出室   |             |      |   |  |
| 7                     | …流体噴出管   | 8, 35, 40, 42, 71, 75 |          |             |      |   |  |
| …流体噴出ノズル              |          |                       |          |             |      |   |  |
| 9, 14, 44, 45, 62, 64 | …バルブ     | 10                    |          |             |      |   |  |
| …流体供給路                |          |                       |          |             |      |   |  |
| 11                    | …しづり     | 12                    | …流体戻り管   | 13, 47, 4   |      |   |  |
| 8                     | …排出路     |                       |          |             |      |   |  |
| 15                    | …ヒータ     | 16                    | …チラー     | 17, 18, 73, |      |   |  |
| 77                    | …ポンプ     |                       |          |             |      |   |  |
| 20                    | …旋回流ノズル  | 21                    | …くぼみ     | 22          | …孔   | 3 |  |
| 1                     | …開孔部     |                       |          |             |      |   |  |
| 33                    | …多孔板     | 34                    | …溜まり部    | 50          | …ヒータ |   |  |
| 60                    | …温度制御室   |                       |          |             |      |   |  |
| 61                    | …ガス噴出ノズル | 66                    | …真空ポンプ   | 72          |      |   |  |
| …高温気体供給源              |          |                       |          |             |      |   |  |
| 76…低温気体供給源            |          |                       |          |             |      |   |  |

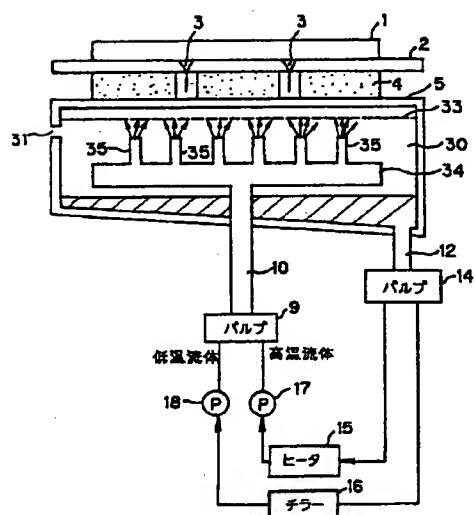
【図4】



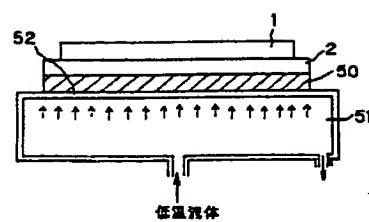
【図5】



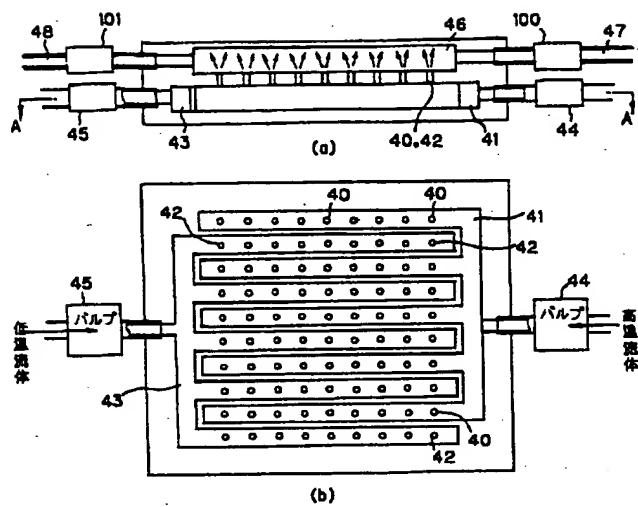
【図6】



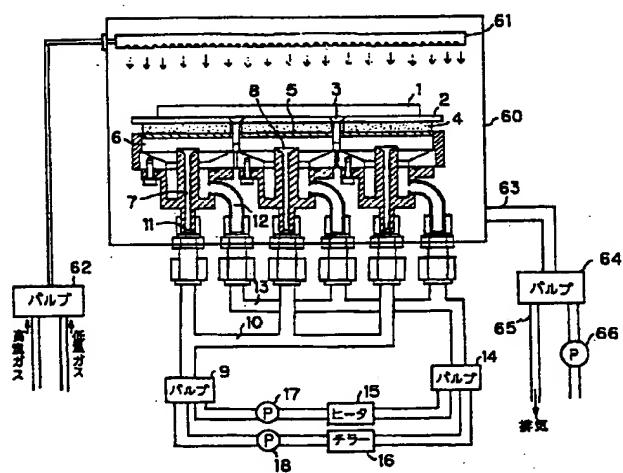
【図9】



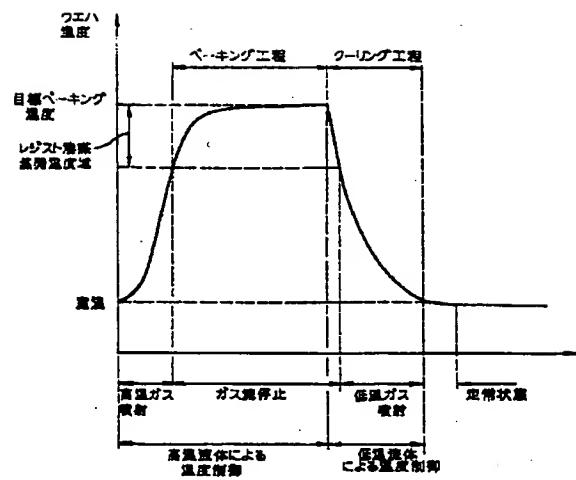
【図8】



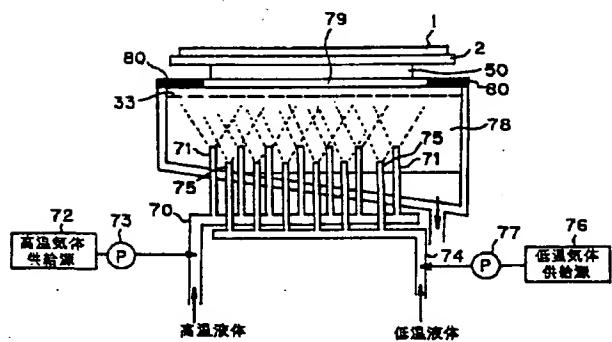
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 徳永 裕之

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 門谷 ▲かん▼一

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内